

RAPPORT 1/2007, Januar 2007

Pre-rigor filet av laks som råstoff til salting og røyking

Mikrobiologisk og sensorisk kvalitet under lagring

Sveinung Birkeland og Leif Akse

RAPPORT 1/2007, Januar 2007

Rapportnr.:	1/2007		
Tilgjengelighet:	Åpen		
Tittel:	Pre-rigor filet av laks som råstoff til salting og røyking Mikrobiologisk og sensorisk kvalitet under lagring		
Forfatter(e):	Sveinung Birkeland (Norconserv AS), Leif Akse (Fiskeriforskning AS)		
Prosjektnr.:	1065 (NC) og 20156 (FF)	Prosjektnavn:	Pre-rigor laks
		Dato:	31.01.07
Ansvarlig sign.:		Omfang:	19 sider
Oppdragsgiver:	Norske Sjømatbedrifters Servicekontor Boks 639, Sentrum 7406 Trondheim	Referanse:	Håvard Jørgensen

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.0 BAKGRUNN.....	4
2.0 EKSPERIMENTELT.....	5
2.1 Råstoff.....	5
2.2 Injeksjons- og tørrsalting.....	5
2.3 Røyking.....	5
2.4 Vakuumpakking og lagring.....	5
2.5 Målinger og analyser.....	5
2.5.1 Vektendringer, væskeslipp, farge og saltinnhold.....	6
2.5.2 Sensorikk.....	6
2.5.3 Mikrobiologi.....	7
2.6 Forsøksoppsett.....	7
3.0 RESULTATER.....	9
3.1 Vektendringer, væskeslipp og saltinnhold.....	9
3.2 Effekter på filetfarge.....	10
3.3 Sensorikk.....	10
3.4 Mikrobiologisk kvalitet.....	12
3.4.1 Totalt kimtall.....	12
3.4.2 Psykrotrofe bakterier.....	14
3.4.3 Melkesyrebakterier.....	15
3.4.4 H ₂ S-produserende bakterier.....	16
4.0 OPPSUMMERING.....	18
5.0 REFERANSER.....	19

1.0 BAKGRUNN

Tidligere forsøk i prosjektet (Rapport 02/2006, Juli 2006) har vist at den mikrobiologiske kvaliteten av pre-rigor injeksjonssaltet og røykt og post-rigor injeksjonssaltet og røykte fileter produsert ved forsøksfasilitetene ved Norconserv var meget god etter 14 dagers kjølelagring. I tillegg var det minimale forskjeller i den sensoriske kvaliteten mellom de to variantene etter endt lagringstid. På bakgrunn av dette var det ønskelig å se hvordan den mikrobiologiske og sensoriske kvaliteten av produktene utviklet seg ved lengre kjølelagring (3-4°C, 48 dager) i vakuumert tilstand. Denne lagringstiden er høyst relevant mht at store deler av røykelaksproduktene som finnes på det norske markedet i dag har en oppgitt holdbarhet i denne størrelsesorden. I en undersøkelse gjennomført i regi av Mattilsynet ble det funnet at over 80 % av de undersøkte røykelaksproduktene (990 prøver, 30 ulike produsenter) hadde en oppgitt holdbarhet av produsent på mellom 7 og 10 uker (personlig meddelelse, Yndestad og Hauge, 2007).

Et forsøk ble satt opp der tre ulike varianter av røykt laks ble undersøkt med hensyn på mikrobiologisk holdbarhet og sensorisk kvalitet;

- (i) pre-rigor injeksjonssaltet og røykt filet ("direkteprosessert")
- (ii) pre-rigor injeksjonssaltet+tørrsaltet og røykt filet ("kombisaltet")
- (iii) post-rigor tørrsaltet og røykt filet ("tradisjonell")

Mikrobiologisk kvalitet ble undersøkt 14, 35 og 48 dager etter produksjon og sensorisk kvalitet 35 dager etter produksjon. Etter røyking ble prøvene vakuumpakket og kjølelagret inn til 48 døgn ved temperatur 3-4°C.

2.0 EKSPERIMENTELT

2.1 Råstoff

Laks (*Salmo salar*) av superior kvalitet ble hentet ved et lokalt slakteri og filetert maskinelt i pre-rigor tilstand (<6 timer etter slakt) ved Norconserv AS. Hvert individ ble ved ankomst vurdert mht rigor-status og evt. individer med begynnende rigor mortis sortert bort.

2.2 Injeksjons- og tørrsalting

Filetene ble injeksjonssaltet (25 % saltlake, ca. 10-12 °C) i pre-rigor tilstand med en Guenther Brine Injector ved bruk av et injeksjonstrykk på 2.0 bar og en nålehastighet på 30 slag/min (0.6 L lake/slag). Tørrsalting ble utført i kjølerom (3-4 °C, 20 t) på pre-rigor skåret fileter som hadde vært lagret på is i 4 dager. Filetene i gruppen ”kombisaltet” ble tørrsaltet i 1 time på kjølerom i etterkant av injeksjonssaltingen.

2.3 Røyking

Samtlige fileter i forsøket ble tørket og røykt på samme røykevogn. Dette for å oppnå identiske prosessbetingelser (tid, temperatur, relativ luftfuktighet og lufthastighet) og dermed rettferdiggjøre en direkte sammenligning av kvalitetsegenskapene i de ulike produktene. Røykeprogrammet som ble brukt inneholdt 7 tørke- og 6 røykesekvenser, og er utviklet ved NC for å simulere en kommersielt anvendt prosessprotokoll. Prosessen starter med en 120 min tørkesekvens, etterfulgt av 6 alternerende røyke- og tørkesekvenser a henholdsvis 50 og 10 minutter. Total prosesstid er 480 minutter. På grunn av PC-sammenbrudd er de nøyaktige betingelsene under prosessering ikke logget. Det er imidlertid ingen grunn til å anta at de avviker vesentlig fra de programmerte verdiene for tørke/røykeprosessen, som var; temperatur 27°C, relativ fuktighet 68 % og lufthastighet 0.7-1.0 m/s.

2.4 Vakuumpakking og lagring

Etter røyking ble filetene satt ved romtemperatur (ca. 15°C) i 30-45 minutter før vakuumpakking ved 99 % vakuum (Poser: PA/PE 90 µ). Filetene ble kjølelagret (3-4°C) i 14, 35 og 48 dager før videre analyser ble utført.

2.5 Målinger og analyser

Målinger/registreringer som ble utført under forsøket var; utbytte av filet gjennom prosessen (%), væskeslipp under lagring i vakuum (%), filetfarge (lyshet, rødhet, gulhet, fargemetning

og fargetone), sensorikk (utseende, lukt, smak, konsistens), saltinnhold (%) og mikrobiologi (kimtall, melkesyrebakterier, psykrotrofe bakterier og H₂S-produserende bakterier). Det ble analysert tre fileter per variant ved hvert prøveuttak.

2.5.1 Vektendringer, væskeslipp, farge og saltinnhold

Utbytte etter hvert prosesstrinn (salting og røyking) ble registret som prosentvis endring i filettekt i forhold til vekt av rå filet. Væskeslipet under vakuumlagring ble registret og oppgitt som vektprosent av røykt filet. Filetfarge ble målt med et Minolta Chromameter i 2 punkter pr. filet i den epaxiale delen av NQC. Saltinnholdet ble bestemt med en Dicromat saltmåler i samleprøver bestående av NQC fra 3 fileter.

2.5.2 Sensorikk

Den sensoriske analysen ble utført av et panel bestående av 3 trenede dommere etter at filetene var lagret i vakuum i 35 dager (3-4°C). Det ble brukt en beskrivende sensorisk metode som gir svar på hvilke og hvor store forskjeller det er mellom ulike grupper av røkt laks (Tabell 1). 17 relevante egenskaper for røkt laks ble definert bedømt på en linjeskala fra 1 til 9 poeng, der 1 = lav intensitet og 9 = høy intensitet av den vurderte responsen.

Dommerpanelet var på forhånd trenet til å vurdere sensoriske egenskaper i ”tradisjonelle” post-rigor tørrsaltede og røykte produkter. Slicer av fileten (1 cm tykke) ble skåret ut fra området i forkant av NQC. Prøvene ble servert romtemperert og hver dommer ble servert i tilfeldig rekkefølge i to gjentak.

Tabell 1. Profileringskjema for røykt laks.

Respons	Dommerscore	
	1	9
Farge	Gul	Rød
Fargefordeling	Ujevn	Jevn
Overflatehinne	Lite	Mye
Røyklukt	Lite	Mye
Harsklukt	Ingen	Mye
Gammel/emmen lukt	Ingen	Mye
Råsmak	Ingen	Mye
Røyksmak	Lite	Mye
Røyksmak	Syrlig	Søtlig
Saltsmak	Lite	Mye
Harsksmak	Ingen	Mye
Bismak	Ingen	Mye
Fasthet	Myk	Fast
Saftighet	Tørr	Saftig
Oljeaktig	Lite/Tørr	Mye/Bløt
Tyggemotstand	Lite	Mye
Kleberighet	Lite	Mye

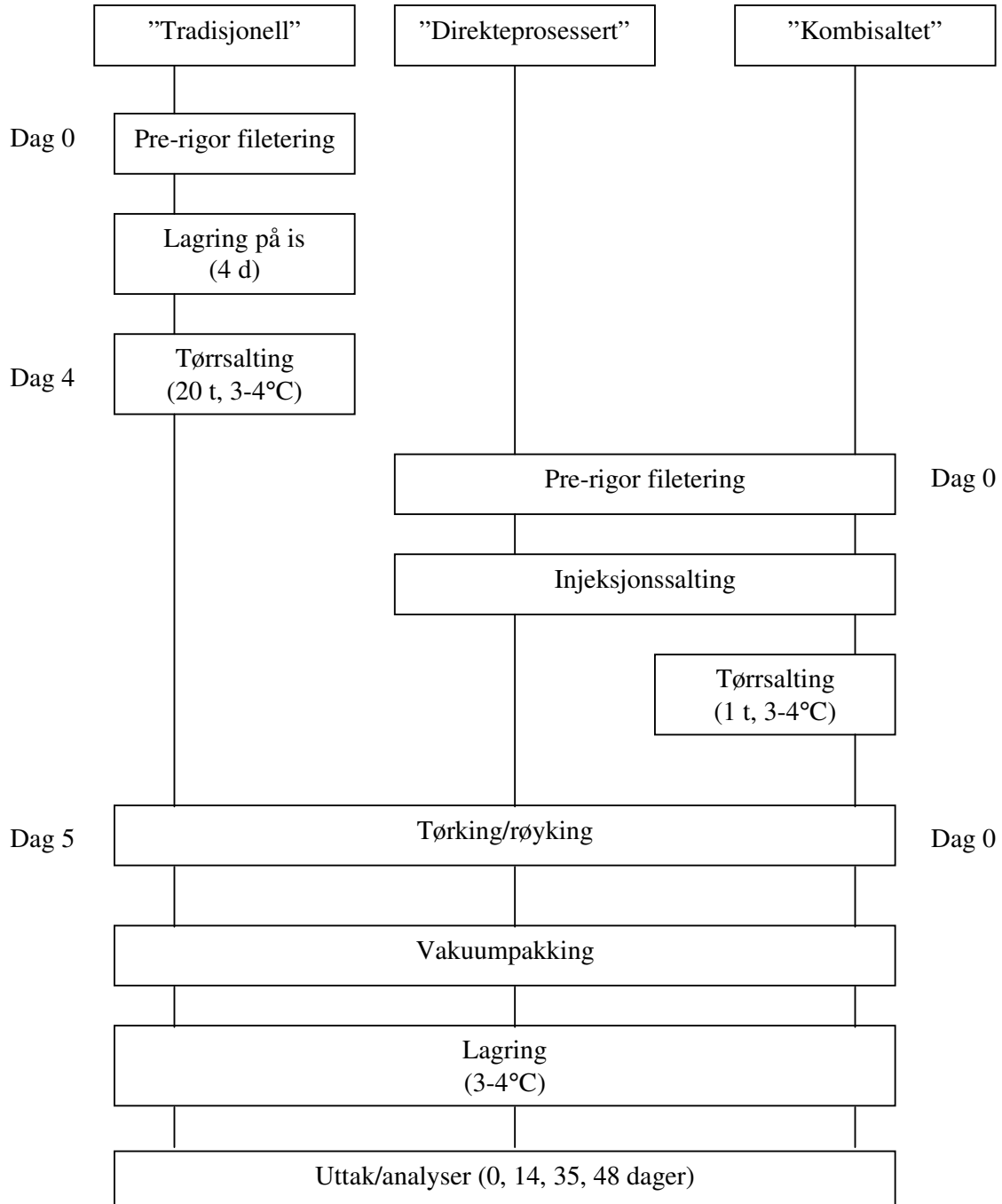
2.5.3 Mikrobiologi

Alle de mikrobiologiske analysene ble gjennomført ved et eksternt laboratorium som er akkreditert for de spesifikke analysene. De mikrobiologiske parametrene som ble undersøkt var kimtall, psykrotrofe bakterier, melkesyrebakterier og H₂S-produserende bakterier. Kimtall er en vanlig brukt parameter for å beskrive mikrobiologisk kvalitet i produkter av røykt laks. Kimtallet er totalmengden av koloniformende bakterieenheter/g filet (CFU/g) og mengden av psykrotrofe-, melkesyre- og H₂S-produserende bakterieenheter/g. Mengden av koloniformende bakterieenheter (CFU) oppgis som log₁₀ til CFU/g (log₁₀ CFU/g = 1 = 10 koloniformende enheter/g, log₁₀ CFU/g = 2 = 100 koloniformende enheter/g, o.s.v.).

2.6 Forsøksoppsett

Et forsøk med tre ulike varianter av prosessprotokoller ("direkteprosessert", "kombisaltet" og "tradisjonell") ble satt opp (Figur 1.):

- (i) "direkteprosessert" – pre-rigor injeksjonssaltet og røykt
- (ii) "kombisaltet" – pre-rigor injeksjonssaltet+tørssaltet og røykt
- (iii) "tradisjonell" – post-rigor tørssaltet og røykt



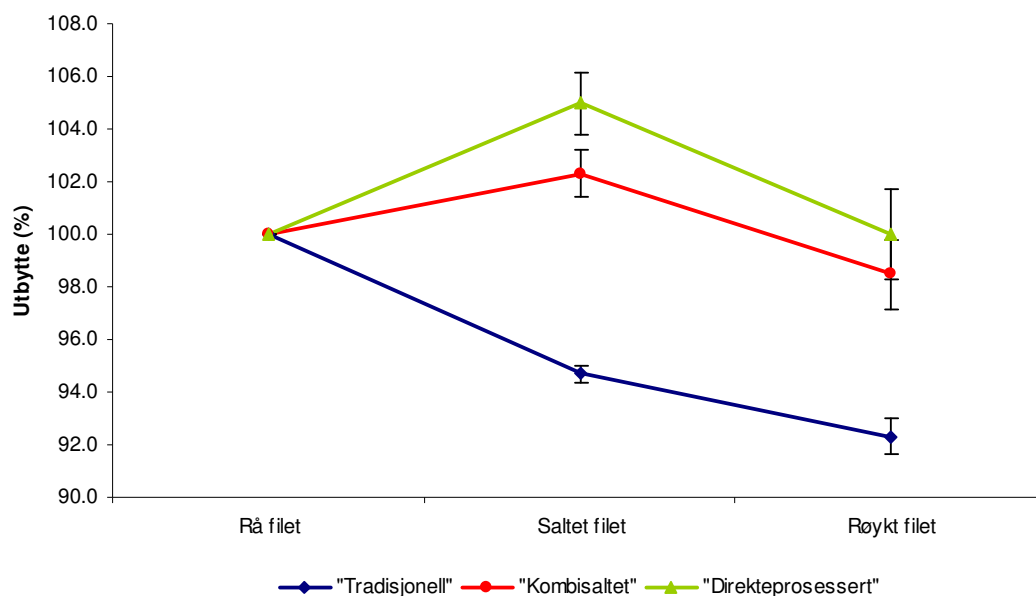
Figur 1. Flytskjema over prosessprotokollene til de ulike variantene i forsøket.

3.0 RESULTATER

3.1 Vektendringer, væskeslipp og saltinnhold

Det ble observert signifikante forskjeller ($P < 0.001$) i vektutbytte mellom alle variantene etter både saltetrinnet og tørke/røykeprosessen (Figur 2). Etter salting var vektutbyttet for ”direkteprosessert”, ”kombisaltet” og ”tradisjonell” på henholdsvis 105 ± 1 %, 102 ± 1 % og 95 ± 1 %. Dette viser at ved bruk av kombisalting (injeksjon + 1 time tørrsalting) så reduseres vekten av de saltede filetene signifikant (3 %-poeng) sammenlignet med kun injeksjonssaltede fileter. I tillegg ser man at tørrsalting (20 timer, $3-4^{\circ}\text{C}$) reduserer utbyttet relativt kraftig (5 %-poeng) i forhold til rå filet.

Etter tørking/røyking ble utbyttet redusert til 100 ± 2 %, 99 ± 1 % og 92 ± 1 % for ”direkteprosessert”, ”kombisaltet” og ”tradisjonell” filetene, noe som tilsvarer en vektreduksjon under tørke/røykeprosessen på 3-5 %-poeng.



Figur 2. Filetutbytte etter de ulike prosesstrinnene i forhold til vekt av rå filet (100%) for ”direkteprosessert”, ”kombisaltet” og ”tradisjonell” filet.

Det gjennomsnittlige væskeslipet for alle filetene under lagring i vakuum var på 1.1 ± 0.7 %. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i væskeslipp mellom de ulike variantene eller mellom de ulike lagringstidene (14, 35 og 48 dager). Saltinnholdet i røykte fileter (14 og 35 dagers lagring) varierte mellom 1.9 og 2.5 % for de ulike variantene, noe som viser at de ulike prosessprotokollene fører til et relativt likt saltinnhold i produktene (Tabell 2).

Tabell 2. Saltinnhold (%) i ”Direkteprosessert”, ”Kombisaltet” og ”Tradisjonell” filet etter 14 og 35 dagers lagring i vakuum (3-4°C). Saltinnholdet er målt i samleprøver av tre fileter per variant.

Variant	14 dager	35 dager
”Direkteprosessert”	1.9	2.5
”Kombisaltet”	2.4	2.4
”Tradisjonell”	1.9	2.0

3.2 Effekter på filetfarge

Filetenes farge i form av lyshet (L*), rødhet (a*), gulhet (b*), fargemetning (C*) og fargetone (h*) ble undersøkt ved hvert uttak (14, 35 og 48 dager) (Tabell 3). ”Direkteprosessert” og ”Kombisaltet” filet var signifikant rødere og hadde en mer gulaktig fargetone sammenlignet med ”Tradisjonell” filetene. Det ble ikke observert noen signifikant effekt på lyshet, gulhet og fargemetning mellom de ulike variantene.

Resultatene viser også at fargetonen endrer seg signifikant med lagringstiden, der en mindre gulaktig fargetone fremkommer etter 48 dagers lagring sammenlignet med 14 og 35 dagers lagring. Det ble ikke observert noen signifikante effekter av lagringstid på lyshet, rødhet, gulhet og fargemetning.

Tabell 3. Effekter av prosessprotokoll (”Direkteprosessert”, ”Kombisaltet” og ”Tradisjonell”) og lagringstid (14, 35 og 48 dager) på filetfarge.

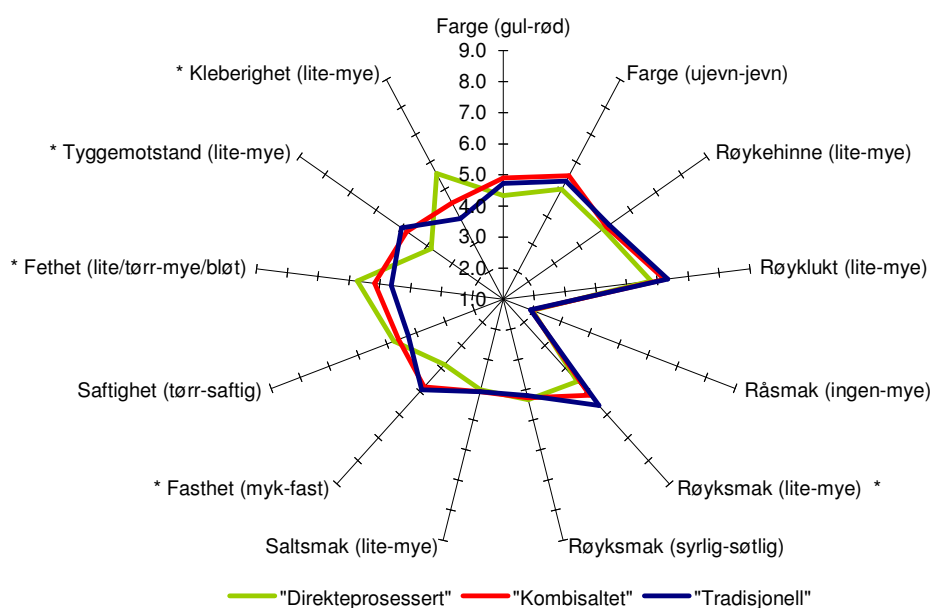
	L*	a*	b*	C*	h*
<i>Variant</i>					
”Direkteprosessert”	43.2	11.9 ^{a***}	24.8	27.5	64.2 ^{a***}
”Kombisaltet”	42.4	11.2 ^a	23.7	26.2	64.6 ^a
”Tradisjonell”	42.3	9.7 ^b	24.0	25.9	68.0 ^b
<i>Lagring</i>					
14 d	41.6	10.6	23.7	26.0	65.8 ^{ab*}
35 d	43.1	10.8	24.6	26.9	66.3 ^b
48 d	43.3	11.4	24.1	26.7	64.7 ^a

***Signifikansnivå, der ***=P<0.001, **=P<0.01 og *=P<0.05. Ulike bokstaver i hver kolonne indikerer signifikant forskjellige verdier.

3.3 Sensorikk (35 dagers lagring)

Av de 17 ulike sensoriske egenskapene som ble vurdert ble det observert signifikante forskjeller mellom ”direkteprosessert”, ”kombisaltet” og ”tradisjonell” filet i fem av dem.

Dette var egenskapene røyksmak (lite-mye), fasthet (myk-fast), fethet (lite/tørr-mye/bløt), tyggemotstand (lite-mye) og kleberighet (lite-mye) (Figur 3 og Tabell 4). Det er interessant å merke seg at de fleste signifikante forskjellene mellom variantene finnes i egenskaper som beskriver tekstur. Bortsett fra røyksmak er det ingen signifikante forskjeller i egenskaper som beskriver farge, overflatestruktur (røykehinne) og smak. For de sistnevnte egenskapene var det små forskjeller mellom de ulikt prosesserte produktene. Det ble ikke registrert noen harsklukt, gammel-lukt, harsk-smak eller bismak (dommerkarakter = 1) i noen av produktene (data ikke vist).



Figur 3. Sensorisk profil av ”direkteprosessert”, ”kombisaltet” og ”tradisjonell” fileter etter 35 dagers lagring i vakuum. * = signifikante forskjeller mellom variantene.

Tabell 4 viser den gjennomsnittlige dommerscoren for de fem sensoriske egenskapene der det ble funnet signifikante forskjeller mellom de ulike variantene av røykte produkter. Av tabellen kan man se at det er de ”Direkteprosesserte” filetene som skiller seg ut og er forskjellig fra de andre to variantene ved at den har:

- Mindre røyksmak
- Mindre fasthet
- Mer ”fethet”
- Mindre tyggemotstand
- Mer klebrighet

Med hensyn til disse egenskapene er det ingen signifikante forskjeller mellom ”Kombisaltet” og ”Tradisjonell” filetene. Dette viser at ved å legge til et tørrsaltingstrinn på pre-rigor injeksjonssaltede fileter vil de sensoriske egenskapene endre seg og bli **mer** lik en post-rigor tørrsaltet filet.

Tabell 4. Gjennomsnittlig dommerscore for de sensoriske egenskapene røyksmak (lite-mye), fasthet (myk-fast), fethet (lite/tørr-mye/bløt), tyggemotstand (lite-mye) og kleberighet (lite-mye). Karakterene ble gitt på en skala fra 1-9, der 1 er lav og 9 er høy intensitet av den bedømte egenskap.

	Røyksmak	Fasthet	Fethet	Tyggemotstand	Kleberighet
"Direkteprosessert"	4.6 ^{a*}	3.8 ^{a*}	5.7 ^{a*}	3.8 ^{a*}	5.6 ^{a*}
"Kombisaltet"	5.2 ^b	4.8 ^b	5.2 ^b	4.8 ^b	4.5 ^b
"Tradisjonell"	5.6 ^b	4.9 ^b	4.6 ^b	5.0 ^b	3.9 ^c

***Signifikansnivå, der ***=P<0.001, **=P<0.01 og *=P<0.05. Ulike bokstaver i hver kolonne indikerer signifikant forskjellige verdier.

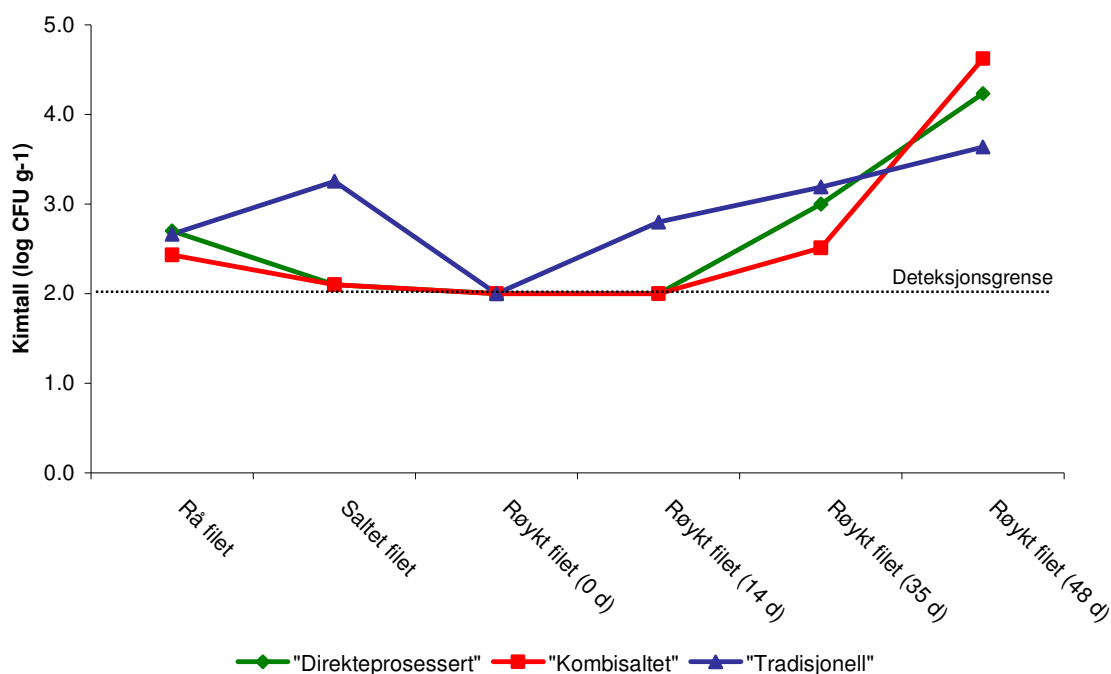
3.4 Mikrobiologisk kvalitet

De mikrobiologiske parametrene kimtall, melkesyrebakterier, H₂S-produserende bakterier og psykrotrofe bakterier (PB) ble undersøkt i rå filet og etter de ulike prosesstrinnene (salting, røyking og lagring i 14, 35 og 48 dager). Generelt var den mikrobiologiske kvaliteten av produktene meget god gjennom hele forsøket. De lave verdiene skyldes mest sannsynlig at forsøket har blitt gjort i småskala under meget kontrollerte betingelser ved Norconservs forskøksfasiliteter.

3.4.1 Totalt kimtall

Totalt kimtall brukes som en indikator på produktets mikrobiologiske kvalitet og for å fastsette maksimal holdbarhet (”shelf-life”). Et totalt kimtall på 6 log CFU g⁻¹ brukes ofte som en maksimumsverdi for fiskeprodukter som skal brukes til menneskelig konsum (ICMSF 1986). Figur 4 viser at ingen av de undersøkte produktene var i nærheten av denne maksimumsverdien i løpet av 48 døgn kjølelagring vakuumpakket etter produksjon. Konklusjonen er derfor at den mikrobiologiske kvaliteten av produktene var god. Det var ingen signifikant forskjell i kimtallet (P=0.627) i de rå filetene, selv om ”tradisjonell” filetene hadde ligget 4 dager på is før prøvetaking (post-rigor) og ”direkteprosesserte” og ”kombisaltet” fileter ble samlet umiddelbart etter filetering (pre-rigor). Gjennomsnittlig kimtall ved starten av prosesseringen (rå filet) for de tre variantene var 2.6±0.1 log CFUg⁻¹.

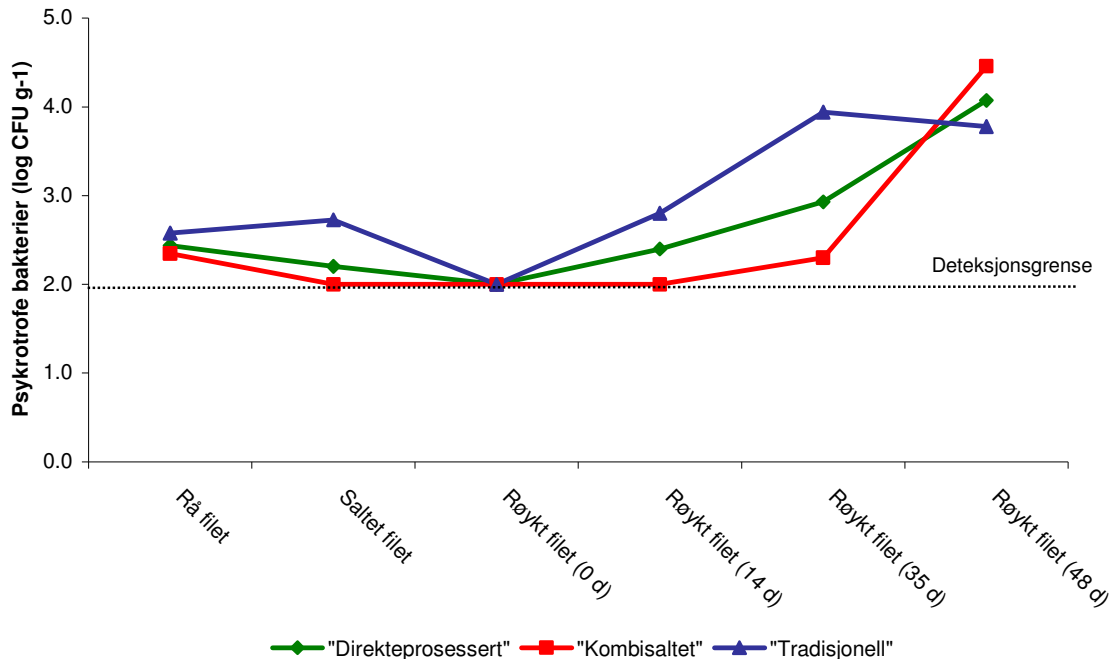
Etter saltetrinnet (saltet filet) ble det observert signifikante forskjeller mellom de ulike variantene. Kimtallet i ”tradisjonell” filetene økte ($3.3 \log \text{CFU g}^{-1}$) og var signifikant høyere ($P < 0.01$) enn i ”direkteprosessert” og ”kombisaltet” filet ($2.1 \log \text{CFU g}^{-1}$). Etter røyking (røykt filet) ble kimtallet redusert, og alle variantene hadde et kimtall som var \leq metodens deteksjonsgrense på $2.0 \log \text{CFU g}^{-1}$. Dette viser at selve tørke/røykeprosessen fører til en reduksjon av totalt kimtall i produktene ved de betingelsene som ble brukt i dette forsøket. Etter 14 dager lagring var kimtallet i ”tradisjonell” filet ($2.8 \log \text{CFU g}^{-1}$) signifikant høyere ($P < 0.01$) sammenlignet med ”direkteprosessert” og ”kombisaltet” filet, som fortsatt hadde et kimtall som var \leq metodens deteksjonsgrense. Fra 14 dagers lagring til 48 dagers lagring var det en jevn stigning i kimtall for alle de tre variantene, der det ikke ble funnet signifikante forskjeller mellom dem. Etter 48 dagers lagring var kimtallet for ”tradisjonell”, ”direkteprosessert” og ”kombisaltet” på henholdsvis $3.6 \log \text{CFU g}^{-1}$, $4.2 \log \text{CFU g}^{-1}$ og $4.6 \log \text{CFU g}^{-1}$. Resultatene antyder at med økende lagringstid vil eventuelle forskjeller som finnes tidligere i lagringsforløpet ”jevnes” ut, og produktene får en mer eller mindre lik mikrobiologisk kvalitet.



Figur 4. Totalt kimtall ($\log \text{CFU g}^{-1}$) i rå filet, saltet filet og i røykt filet etter 0, 14, 35 og 48 dagers lagring i vakuum ($3-4^{\circ}\text{C}$) for variantene ”direkteprosessert”, ”kombisaltet” og ”tradisjonell”.

3.4.2 Psykrotrofe bakterier

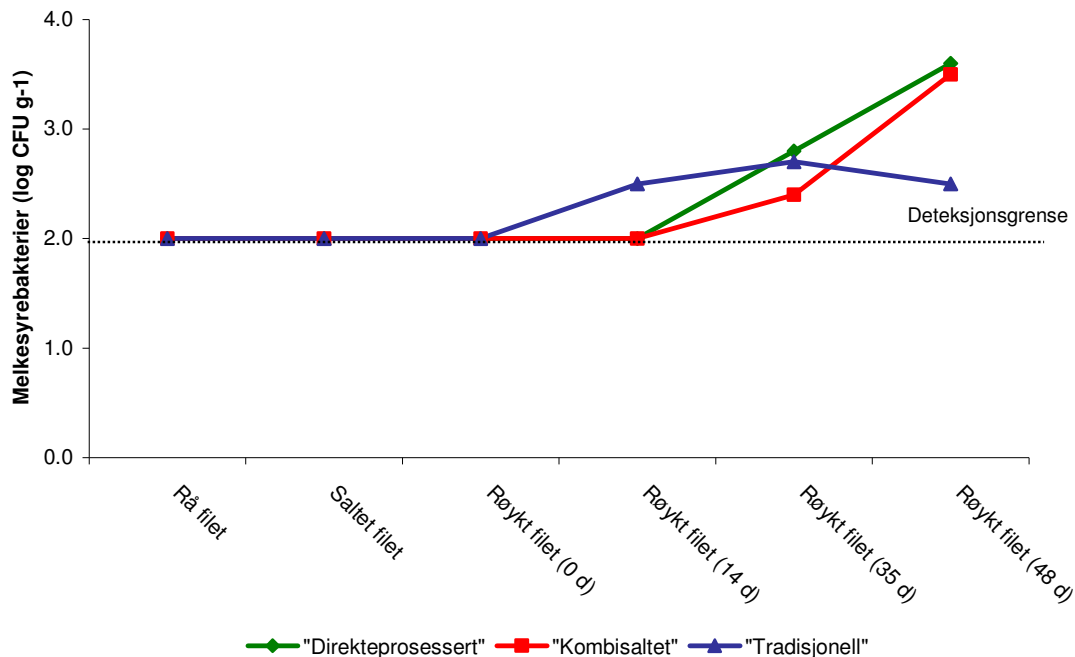
Ved nivåer av psykrotrofe bakterier på 7 log CFU g⁻¹ er det vanlig å anta at kjølelagret fisk er ødelagt (Dalgaard et al. 1993). Det ble ikke funnet nivåer av psykrotrofe bakterier i nærheten av denne verdien gjennom hele lagringsforsøket (Figur 5). I rå filet var det ingen signifikante forskjeller mellom filetene som hadde ligget 4 dager på is før prøvetaking (post rigor "tradisjonell") og filetene som ble samlet umiddelbart etter filetering (pre rigor "direkteprosessert" og "kombisaltet"). Det gjennomsnittlige nivået av psykrotrofe bakterier i de rå filetene fra de tre variantene var på 2.5±0.1 log CFU g⁻¹. Etter salteprosessen var nivået av psykrotrofe bakterier signifikant høyere (P<0.001) i "tradisjonell" filetene (2.7 log CFU g⁻¹) sammenlignet med de to andre variantene (2.0 og 2.2 log CFU g⁻¹). Tilsvarende som for totalt kimtall, ble nivået av psykrotrofe bakterier redusert ved tørking/røyking til ≤ deteksjonsgrensen for analysemetoden (2.0 log CFU g⁻¹) i alle variantene. Etter tørking/røyking og frem til endt lagringstid (0 – 48 dager) var det en jevn økning i nivået av psykrotrofe bakterier i alle variantene. Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller i nivået av psykrotrofe bakterier mellom variantene i lagringsperioden, noe som sannsynligvis kan tilskrives en relativ stor variasjon i nivåene av bakterier mellom de individuelle filetene innenfor hver variant, men det er en trend mot at "tradisjonell" filet har en raskere økning sammenlignet med "direkteprosessert" og "kombisaltet" filet. Etter endt lagringstid var nivåene av psykrotrofe bakterier i "tradisjonell", "direkteprosessert" og "kombisaltet" på henholdsvis 3.8 log CFU g⁻¹, 4.1 log CFU g⁻¹ og 4.5 log CFU g⁻¹.



Figur 5. Psykrotrofe bakterier (log CFU g⁻¹) i rå filet, saltet filet og i røykt filet etter 0, 14, 35 og 48 dagers lagring i vakuum (3-4°C) for variantene ”direkteprosessert”, ”kombisaltet” og ”tradisjonell”.

3.4.3 Melkesyrebakterier

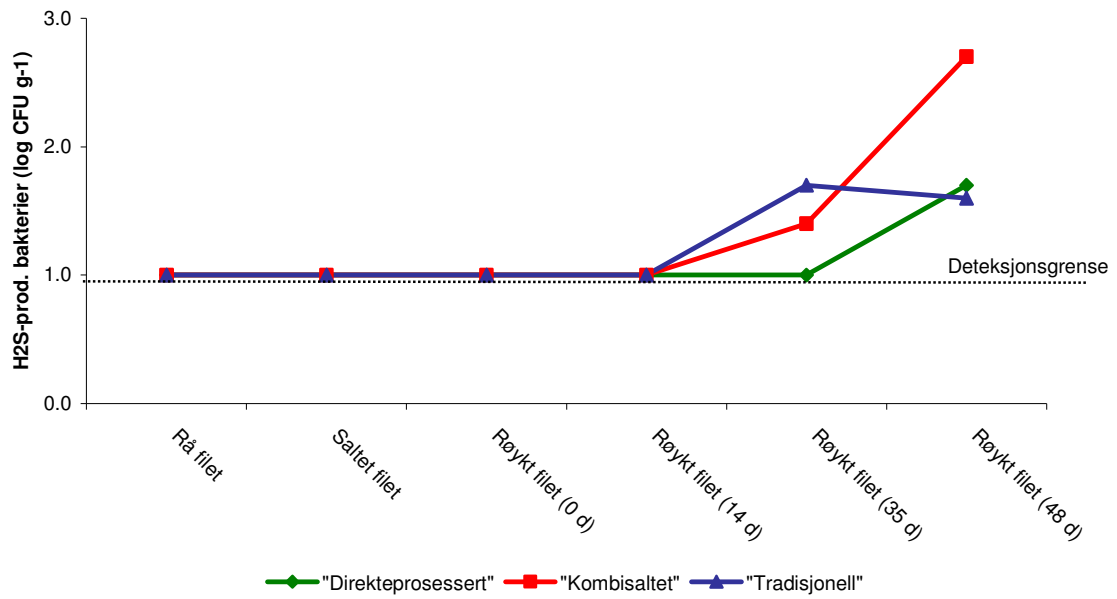
Melkesyrebakterier (LAB) dominerer vanligvis den mikrobiologiske floraen i kaldrøykte lakseprodukter (Hansen et al. 1998; Leroi et al. 2001). Det kan forekomme relativ høye nivåer (~8-9 log CFU g⁻¹) av disse bakteriene i røykte produkter uten at de sensorisk blir vurdert som ødelagt (Leroi et al. 1998). Det ble ikke observert nivåer av melkesyrebakterier som overskred analysemetodens nedre deteksjonsgrense (2 log CFU g⁻¹) i rå filet, saltet filet eller i røykt filet (0 dagers lagring) (Figur 6). Fra 14 dagers lagring til endt lagringstid ble det observert relativt lave nivåer av melkesyrebakterier i produktene og det var ingen signifikante forskjeller mellom de ulike variantene noe som sannsynligvis forårsaket av stor individuell variasjon mellom nivåene av bakterier i fileter innen hver variant.



Figur 6. Melkesyre bakterier (log CFU g⁻¹) i rå filett, saltet filett og i røykt filett etter 0, 14, 35 og 48 dagers lagring i vakuum (3-4°C) for variantene ”direkteprosessert”, ”kombisaltet” og ”tradisjonell”.

3.4.4 H₂S-produserende bakterier

H₂S-produserende bakterier er bedervelsesorganismer som kan danne flyktige komponenter som for eksempel ammoniakk, trimetylamin (TMA) og sulfider (Dalgaard 2000). Et nivå på 8 log CFU g⁻¹ av H₂S-produserende bakterier anses for å være grenseverdien for ødeleggelse av fiskeprodukter (Jørgensen 1988). Det ble ikke observert nivåer av H₂S-produserende bakterier som overskred analysemetodens nedre deteksjonsgrense i rå filett, saltet filett eller i røykt filett (0 og 14 dagers lagring) (Figur 7). Etter 35 og 48 dagers lagring ble det funnet lave verdier (1.4-2.7 log CFU g⁻¹) av bakteriene i alle variantene. Ingen signifikante forskjeller i nivået av H₂S-produserende bakterier ble funnet mellom de ulike variantene.



Figur 7. H₂S-produserende bakterier (log CFU g⁻¹) i rå filet, saltet filet og i røykt filet etter 0, 14, 35 og 48 dagers lagring i vakuum (3-4°C) for variantene ”direkteprosessert”, ”kombisaltet” og ”tradisjonell”.

4.0 OPPSUMMERING

Forsøkene gir grunnlag for følgende konklusjoner med hensyn til holdbarhet, sensorisk kvalitet, farge, saltinnhold og vektutbytte for røkt laks produsert etter tre ulike protokoller, ”Direkteprosessert” (injeksjonssaltet og røkt pre-rigor), ”Kombisaltet” (injeksjonssaltet + tørrsaltet og røkt pre-rigor) og ”Tradisjonell” (tørrsaltet og røkt post-rigor):

- Ingen av de tre variantene overskrider grensen for mikrobiologisk holdbarhet i løpet av 48 døgn kjølelagring vakuumpakket etter røyking. Det var små forskjeller i mikrobiologisk kvalitet (totalt kimtall, melkesyrebakterier, psykrotrofe bakterier og H₂S-produserende bakterier) mellom variantene.
- Sensorisk er den ”Direkteprosesserte” varianten signifikant forskjellig fra de to andre ved at den har:
 - Mindre røyksmak
 - Mindre fasthet
 - Mer ”fethet”
 - Mindre tyggemotstand
 - Mer klebrighet

Også tidligere forsøk i prosjektet indikerer lignende ulikheter med hensyn til sensorisk kvalitet på injeksjonssaltet og tørrsaltet røkt laks. Den ”Kombisaltede” varianten skiller seg derimot ikke signifikant fra varianten som var tørrsaltet på tradisjonell måte. Introduksjon av et kortvarig tørrsaltetrinn i etterkant av injisering er i dette tilfellet tilstrekkelig til å utligne de sensoriske forskjellene i forhold til vanlig tørrsalting.

- Instrumentell fargemåling viser at både den ”Direkteprosesserte” og den ”Kombisaltede” varianten rett etter røyking er signifikant rødere og har en mer gulaktig fargetone enn den ”Tradisjonelt” tørrsaltede varianten. Etter 35 døgn kjølelagring er disse forskjellene utlignet.
- De tre prosessprotokollene gir relativt likt saltinnhold i produktene. Ved analyse 35 døgn etter produksjon varierer saltinnholdet fra 2,0 % til 2,5 % i røkte produkter.
- Det er ikke signifikante forskjeller i væskeslipp mellom de tre variantene under vakuumlagring i inn til 48 døgn.
- Etter røyking har den ”Direkteprosesserte” varianten høyest vektutbytte (100 %) og den ”Tradisjonelle” lavest (92 %). Den ”Kombisaltede” varianten plasserer seg litt lavere enn den direkteprosesserte (99 %).

5.0 REFERANSER

Dalgaard, P., Gram, L. and Huss, H. H. (1993) Spoilage and shelf-life of cod fillets packed in vacuum or modified atmospheres. *Int. J. Food Microbiol.* 19, 283-294.

Dalgaard, P. (2000) Fresh and lightly preserved seafood. In Shelf-life evaluation of foods (Eds C. M. D. Man and A. A. Jones) pp. 110-139. Baithersburg. Aspen Publishing Inc.

Hansen LT, Røntved SD, Huss HH. 1998. Microbiological Quality and Shelf-life of Cold-smoked Salmon from Three Different Processing Plants. *Food Microbiology* 15:137-150.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). (1986). Sampling plans for fish and shellfish. In *Microorganisms in Foods 2. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications* pp. 181-196. Toronto. University of Toronto Press.

Jørgensen, B. R., Gibson, D. M. and Huss, H. H. (1988) Microbiological quality and shelf life prediction of chilled fish. *Int. J. Food Microbiol.* 6, 295-307.

Leroi F, Joffraud JJ, Chevalier F, Cardinal M. 1998. Study of the microbial ecology of cold-smoked salmon during storage at 8 degrees C. *International Journal of Food Microbiology* 39:111-121.

Leroi F, Joffraud JJ, Chevalier F, Cardinal M. 2001. Research of quality indices for cold-smoked salmon using a stepwise multiple regression of microbiological counts and physico-chemical parameters. *Journal of Applied Microbiology* 90:578-587.

Yndestad M, Hauge K. Rapport - *Listeria monocytogenes* i norskprodusert røkelaks.